

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang Masalah

Asam gelugur adalah salah satu asam potong diperoleh dari irisan asam gelugur yang dikeringkan dengan cara dijemur dibawah matahari atau dikeringkan dengan tenaga surya.

Sesuai dengan letak geografi didaerah khatulistiwa,maka Indonesia sangat berpotensi bagi pemanfaatan energi surya secara langsung maupun tidak langsung,dimana energi surya ini adalah sumber energi berjumlah besar dan bersifat kontinu yang tersedia dibumi ini.Sumber energi surya ini relative selalau tersedia dan tidak akan pernah habis,disamping itu energi surya ini tidak menimbulkan polusi serta bersifat gratis.

Pemanfaatan untuk potensi ini tentu dibutuhkan suatu peralatan yang sesuai kondisi tersebut.Energi suya dengan segala kelebihanannya dapat dikonversikan ke bentuk energi lain tanpa penggunaan instalasi rumit.Salah satu penggunaannya adalah sistem pengeringan asam gelugur(*Gracinia Atroviridis*)dengan pemanfaatan energi dari radiasi surya dengan berbagai aplikasi antara lain:

- a. Mengeringkan asam gelugur(*Gracinia Atroviridis*)untuk keperluan rumah tangga.
- b. Memanaskan udara untuk pemanasan ruangan
- c. Memanaskan air untuk keperluan rumah tanga.

1.2.Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai untuk tugas akhir ini antara lain:

1. Melakukan proses perancangan atau desain kolektor surya plat datar bersirip yang meliputi perhitungan desain.
2. Menghitung energi kolektor surya.

3. Melakukan pengerigan asam gelugur.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bentuk pengumpulan atau kolektor panas yang digunakan adalah tipe plat datar bersirip dengan ukuran 1,5m x 0,8m x 0,7m.
2. Bahan yang dikeringkan adalah asam gelugur (*Garcinia Atrovidiris*).
3. Pengujian dilakukan dua hari secara bertahap, pada hari pertama dimulai dari pukul 08.00 sampai 17.00 wib dan hari selanjutnya dimulai dari pukul 08.00 sampai 17.00 wib.
4. . Lokasi penelitian berada pada 3,3°LU 98.4°BB di Medan
5. Pengujian dilakukan dibawah terik matahari.

1.4. Manfaat Penelitian

Berikut manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dari sisi energi:
Untuk mengurangi penggunaan bahan bakar.
2. Dari sisi lingkungan:
Untuk mengurangi pemanasan global.
3. Memanfaatkan kualitas asam gelugur yang layak dikonsumsi.

BAB II TINJAUAN

PUSTAKA

2.1. Anatomi Asam Gelugur(*Garcinia Atrovidiris*)

Asam Gelugur(*Garcinia Atrovidiris*) adalah salah satu asam potong diperoleh dari irisan asam gelugur yang dikeringkan dengan cara dijemur dibawah matahari atau dikeringkan dengan tenaga surya. Asam potong dimanfaatkan untuk bumbu masak, bahan perasa minuman, bahan dasar pengobatan dan bahan dasar kosmetika. Sebagian masyarakat Melayu pesisir mengolah buah Asa Gelugur(*Garcinia Atrovidiris*) ini menjadi manisan untuk hidangan dihari raya. Tumbuhan Asam Gelugur(*Garcinia Atrovidiris*) ini masih sekerabat dengan manggis dan asam kandis, dipercaya berasal dari Asia Selatan dan Asia Tenggara. Asam Gelugur(*Garcinia Atrovidiris*) dikatakan juga sebagai tumbuhan abadi, karena dapat bertahan hidup sampai ratusan tahun, dan berbuah semakin banyak. Satu batang tumbuhan Asam Gelugur(*Garcinia Atrovidiris*) yang sudah berumur lebih dari tiga puluh tahun dapat menghasilkan buah sebanyak empat ratus kilogram setahun.

Menurut ukuran sifat buahnya, Asam Gelugur(*Garcinia Atrovidiris*) menjadi dua jenis: asam batu dan asam air. Asam batu buahnya kecil-kecil (diameter 7-10cm), bersifat berat seperti batu, serta tekstur buahnya padat, liat dan cenderung kering. Satu kilogram asam potong berasal dari empat kilogram asam batu. Sedangkan asam air buahnya besar-besar (diameter 10-14cm), tidak seberat asam batu, serta tekstur buahnya lebih renyah, kenyal dan berair. Satu kilogram asam potong berasal dari lima kilogram asam air.

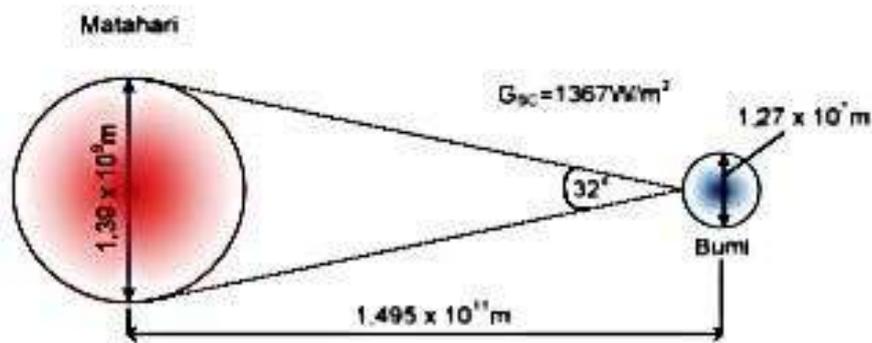
2.2. Energi Surya

Matahari merupakan salah satu sumber daya yang dapat diperbaharui dengan ketersediaan yang melimpah dengan memancarkan energi radiasinya. Jumlah energy matahari yang masuk kedalam permukaan bumi adalah dalam jumlah yang sangat besar. Salah satu potensi energi radiasi surya terbanyak dalam sebuah Negara ialah Indonesia, dengan lokasi geografis yang terletak

didaerah khatulistiwa yang menyebabkan Indonesia beriklim tropis dengan mengalami buah fase setiap tahunnya,yakni musim hujan dan musim kemarau.Dengan adanya potensi Indonesia sebagai khatulistiwa maka Indonesia dapat memanfaatkan energi termal dari radiasi matahari untuk mengubah sebagian besar energi tersebut sebagai enrgi listrik dengan menggunakan *Photovoltaic* atau Panel Surya.

2.2.1.Teori Dasar Radiasi

Matahari mempunyai diamter $1,39 \times 10^9$ m. Bumi mengelilingi matahari dengan lintasan berbentuk elips dan matahari berada pada salah satu pusatnya.Jarak rata-rata matahari dari permukaan bumi adalah $1,495 \times 10^{11}$ m.Daya radiasi rata-rata yang diterima atmosfer bumi yaitu(G_{sc}) 1367 W/m^2 .Gambar 2.1.menunjukkan jarak antara matahari dan bumi.



Gambar.2.1.Jarak antara matahari dan bumi[4]

Lintasan bumi terhadap matahari berbentuk elips,maka jarak antara bumi dan matahari tidak konstan.Jarak terdekat adalah $1,47 \times 10^{11}$ m yang terjadi pada tanggal 3 Januari 2011,dan jarak terjauh pada tanggal 3 Juli dengan jarak $1,52 \times 10^{11}$ m.Karena adanya perbedaan jarak ini,menyebabkan radiasi yan g diterima atmosfer juga akan berpindah.

Beberapa istilah yang biasanya dijumpai pada perhitungan radiasi adalah:

1. *Massa Udara*(m)

Air massa adalah perbandingan massa udara sampai permukaan bumi pada posisi tertentu dengan massa udara yang dilalui sinar jika matahari tepat pada posisi zenith. Artinya pada posisi tegak lurus (zenit = 0) nilai $m = 1$, pada sudut zenith 60° , $m = 2$. Pada sudut zenith dari $0-70^\circ$.

2. *Radiasi Beam*.

Radiasi beam adalah radiasi dari energi matahari yang tidak dibelokkan oleh atmosfer. Istilah ini sering juga disebut radiasi langsung (*direct solar radiation*)

3. *Radiasi Diffusi*

Radiasi diffusi adalah radiasi energi surya dari matahari dan telah dibelokkan atmosfer.

4. *Radiasi Total*

Radiasi total adalah jumlah beam dan diffuse radiation

5. *Laju Radiasi* []

Laju radiasi adalah laju energi radiasi yang diterima suatu permukaan persatuan luas, permukaan tersebut solar irradiance biasanya disimbolkan dengan G . Dalam bahasa Indonesia besaran ini biasa disebut dengan intensitas radiasi.

6. *Irradiation atau Radian Exposure* []

Jumlah energi radiasi (bukan laju) yang diterima suatu permukaan dalam interval waktu tertentu.

7. *Solar Time* atau Jam Matahari

Solar Time atau Jam Matahari adalah waktu berdasarkan pergerakan semu matahari dilangit pada tempat tertentu. Jam matahari (disimbolkan ST) berbeda dengan penunjukan jam biasa (standar time, disimbolkan STD).

$$STD = STD \pm 4 (L_{st} - L_{loc}) + E \dots \dots \dots \text{literatur1,hal 11} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

ST = Jam Matahari

STD = Jam Standart

L_{st} (land surface temperature) = Suhu temperature rata-rata

L_{loc} (land surface location) = Suhu permukaan suatu tempat

Dimana E adalah persamaan waktu yang dihitung dengan persamaan berikut:

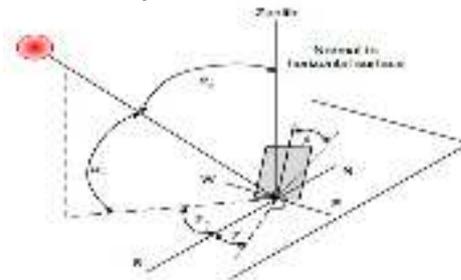
$$E = 229,2(0,000075 + 0,00186\cos B - 0,032077\sin B - 0,014615\cos 2B - 0,04089\sin 2) \dots \dots \dots \text{literatur1,hal 11} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

E=Persamaan waktu

B=Variabel hari

Dalam menghitung energy radiasi matahari yang sampai kesuatu permukaan perlu dipertimbangkan beberapa sudut,karena garis edar sumbu matahari yang cukup kompleks .Gambar2.2 menunjukkan beberapa istilah sudut yang sering digunakan dalam analisis enenrgi radiasi surya.



Gambar.2.2 Beberapa sudut dalam perhitungan energi radiasi matahari[4]

Beberapa istilah sudut energi matahari antara lain:

1. Slope β adalah sudut antara permukaan yang dianalisis dengan horizontal.
2. ϕ adalah sudut lintang dimana posisi permukaan berbeda.

3. Sudut deklinasi δ yaitu kemiringan sumbu matahari terhadap garis normalnya.

Nilai sudut ini diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\delta = 23,45 \sin(360n) \dots \dots \dots \text{literatur13,hal 50} \dots \dots \dots 2.3$$

Dimana :

δ = deklinasi posisi anguler matahari dibidang equator pada saat jam 12.00 waktu matahari

n = urutan dalam hari dalam 1 tahun dimulai 1 januari

atau dapat juga menggunakan persamaan yang lebih teliti,yang diajukan Spencer(Himsar 2011)

$$\delta = 6,918 \times 10^{-3} - 3,99912 \cos B + 0,070251 \sin B - 0,006758 \cos 2B + 9,07 \times 10^{-4} \sin 2B - 0,002679 \cos 3B + 0,00148 \sin 3B \dots \dots \dots 2.4$$

Dimana nilai n merupakan nilai urutan hari dalam satu tahun yang dapat diperoleh dari table 2.1

Tabel 2.1 Urutan hari dalam Tahun

| No. | Bulan | Nilai n pada hari ke-i |
|-----|-----------|------------------------|
| 1 | Januari | 1 |
| 2 | Februari | 31 + i |
| 3 | Maret | 59 + i |
| 4 | April | 90 + i |
| 5 | Mei | 120 + i |
| 6 | Juni | 151 + i |
| 7 | Juli | 181 + i |
| 8 | Agustus | 212 + i |
| 9 | September | 243 + i |
| 10 | Oktober | 273 + i |
| 11 | November | 304 + i |
| 12 | Desember | 334 + i |

Sumber:Ambarita,H,2011.

4. Sudut jam ω adalah sudut pergeseran semua matahari dari garis siang. Perhitungan berdasarkan jam matahari (ST), setiap berkurang 1 jam, ω berkurang 15° dan setiap bertambah satu jam, ω bertambah 15° .

$$\omega = 15(\text{STD} - 12) + (\text{ST} - \text{STD}) \times \dots \text{literatur 13, hal 51} \dots \dots \dots 2.5$$

2.2.2 Pemanfaatan Energi Surya

Dalam era ini, penggunaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui semakin meningkat seiring dengan meningkatnya populasi manusia, kemajuan teknologi dan lain-lain. Namun hal ini berbanding terbalik dengan ketersediaan sumber daya alam tersebut. Sehingga para ilmuwan telah mencoba mengembangkan potensi sumber daya alam yang dapat diperbaharui contohnya air, angin, dan energi surya.

Berikut dibahas tentang beberapa aplikasi energi surya antara lain:

1. Pemanfaatan *Fotovoltaic*.

Pemanfaatan energi surya ini adalah untuk menghasilkan energi listrik. Energi surya yang diubah menjadi energi listrik hanya memiliki efisiensi sekitar 10%. Gambar 2 menunjukkan pemanfaatan energi surya dengan memanfaatkan teknologi fotovoltaic.



Gambar.2.3 Sel Fotovoltaic[17]

2. Pemanfaatan Termal.

Terdapat sembilan pemanfaatan termal yang sudah dilakukan dan diterapkan di beberapa Negara yaitu:

- a. Solar Water Heater (Pemanas Air Tenaga Surya)

Prinsip kerja *solar water heater* adalah memanaskan air dengan energi surya. Air dialirkan ke pipa-pipa yang dipipih, biasanya dicat warna hitam untuk memaksimalkan penyerapan energi surya. Air yang telah mencapai suhu yang diinginkan disimpan ke sebuah silinder sebagai tempat penyimpanan. *Solar water heater* juga dilengkapi beberapa sensor untuk menjaga suhu air yang diinginkan. *Solar water heater* juga dilengkapi beberapa sensor untuk menjaga suhu air yang diinginkan. *Solar water heater* juga dapat memanaskan air menggunakan listrik jika cuaca hujan atau mendung. Gambar 2.2 menunjukkan *solar water heater*.



Gambar.2.4 *Solar Water Heater*[17]

b. Solar Cooker

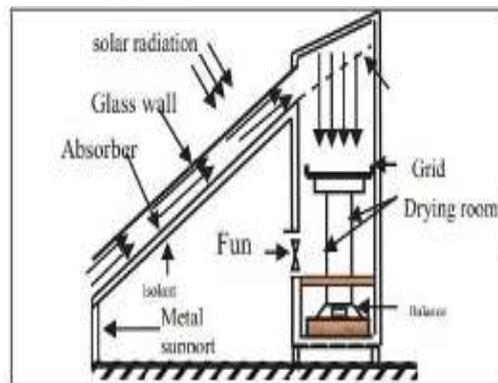
Solar Cooker adalah alat memasak yang menggunakan energi surya. *Solar Cooker* ini juga memiliki berbagai bentuk konstruksi. Beberapa bentuk memiliki cara kerja yang sedikit berbeda, tapi pada prinsipnya *solar cooker* menggunakan energi surya, dan diubah menjadi energi panas untuk memasak makanan.



Gambar.2.5 *Solar Cooker*[17]

c..Solar Dryer

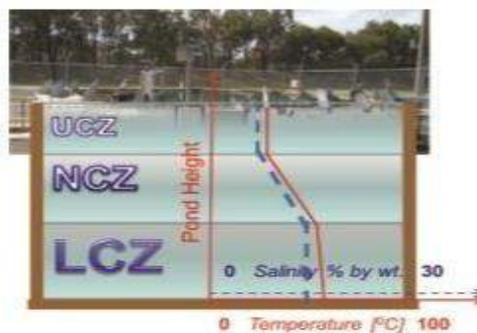
Pada Negara-negara berkembang, produk-produk pertanian dan perkebunan sering dikerjakan menggunakan tenaga matahari. Konsep inilah yang digunakan sebagai acuan untuk menciptakan *solar dryer*. Cara kerjanya adalah udara yang masuk ke dalam konduktor akan dipanaskan oleh energi surya, udara yang telah panas kemudian masuk ke dalam kotak pengering, kotak pengering inilah yang diisi produk-produk pertanian yang akan dikeringkan. Gambar 2.6 menunjukkan bagian-bagian utama *solar dryer*.



Gambar.2.6 Solar Dryer [18]

d.Solar Ponds

Solar Ponds tergolong ke dalam aplikasi dengan skala yang cukup besar. Cara kerjanya adalah garam yang mengendap di dasar, dan disinari matahari akan bertambah panas. Panas ini digunakan untuk memutar turbin. Menggunakan prinsip Rankine organik. Gambar 2.7 memperlihatkan konstruksi *solar ponds*.



Gambar.2.7 Skema Solar Ponds [19]

e. Solar Architecture

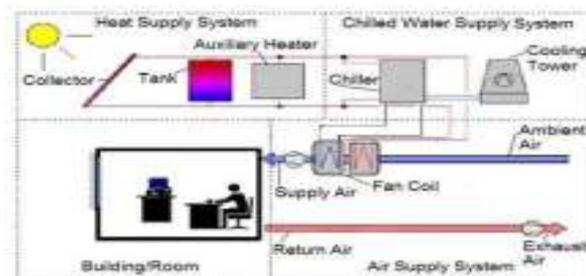
Dalam bidang arsitektur, pemanfaatan energy surya telah dikembangkan. Pemanfaatan dalam bidang ini sudah cukup banyak diterapkan di Jepang. Dari segi energi artistik juga mendapatkan tanggapan positif demikian juga dari segi pemanfaatan energy termalnya. Fungsi solar architecture adalah untuk membuat ruangan menjadi nyaman. Gambar 2.8 menunjukkan desain perumahan yang berdasar pada *solar architecture*.



Gambar.2.8 *Solar Architecture*[20]

f. Solar Air-Conditioning

Penggunaan *air-conditioning* mencapai puncaknya pada saat matahari terik atau panas. Inilah yang dimanfaatkan menjadi *solar air-conditioning*. Cara kerjanya adalah dengan kolektor tabung hampa panas yang memansakan air untuk menggerakkan sebuah chiller penyerapan sinar matahari secara langsung. Udara digunakan sebagai pendingin. Dengan teknologi ini juga, kerusakan atmosfer akan dapat dihindarkan. Gambar 2.9 menunjukkan bagian-bagian *solar air-conditioning*.



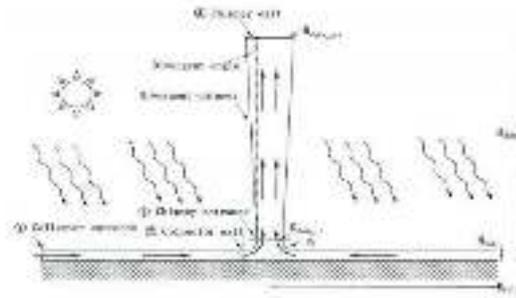
Gambar.2.9 *Solar Air-Conditioning*[17]

g. Solar Chimney.

Solar chimney digunakan untuk ventilasi pada gedung-gedung besar. Sirkulasi udara menjadi baik dan ruangan menjadi tidak terlalu panas. Biasanya juga

digunakan untuk menghasilkan listrik. Carakerjanya adalah udara dipanaskan oleh energi surya. Udara yang panas akan cenderung bergerak keatas dan keluar melalui cerobong.

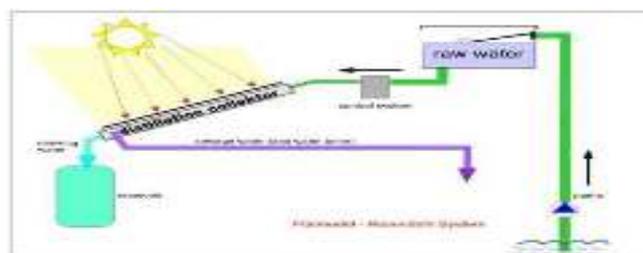
Pada cerobong biasanya dipasang turbin. Udara yang bergerak keatas akan menggerakkan turbin, sehingga menghasilkan listrik. Gambar 2.10 menunjukkan bagian-bagian utama *solar chimney*.



Gambar.2.10 *Solar Chimney*[17]

h. *Solar Distillation Water*

Solar destilasi/purification digunakan untuk memurnikan air maupun memisahkan air dengan garam. Cara kerjanya adalah air laut dipompakan setelah itu melewati kolektor, dengan pans dari energy surya ini, air akan menguap dan menyisakan garam. Uap dikondensasikan menjadi air. Sehingga didapat 2 hasil yaitu garam dan air tawar. Gambar 2.11 menunjukk bagian *solar distillation water*.



Gambar.2.11 *Solar Distillation Water*[17].

i. *Solar Powerplant*

Solar power plant merupakan skala yang sangat besar, bisa diaplikasikan didaerah gurun. Dapat menghasilkan listrik dalam kapasitas yang sangat besar. Cara kerjanya ialah energy surya yang terpapar ke reflektor, direfleksikan ke tower yang ditengah. Dari tower itulah energi surya dikumpulkan dan digunakan untuk

menghasilkan listrik. Gambar 2.12 menunjukkan *solar power plant* di



Seville, Spanyol.

Gambar.2.12 *Solar Power Plant*[17]

2.3. Perpindahan Panas

Salah satu bidang ilmu yang berperan dalam perancangan alat *solar dryer* adalah perpindahan panas.

Panas adalah salah satu bentuk yang dapat ditransfer dari satu sistem ke sistem lain sebagai fungsi dari perbedaan suhu. Panas adalah suatu bentuk energy yang ditransfer dari suatu sistem ke sistem lain sebagai fungsi dari perbedaan suhu. Jumlah energy yang ditransfer ini disebut sebagai perpindahan panas (Cengel, 2002).

Perpindahan panas adalah ilmu untuk meramalkan perpindahan energi yang terjadi karena adanya perbedaan suhu diantara benda atau material.

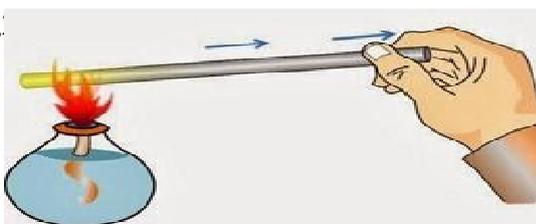
Perpindahan panas diklasifikasikan ke dalam 3 bagian: konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.3.1. Perpindahan Panas Konduksi.

Perpindahan panas konduksi adalah perpindahan panas yang melalui media hantaran solid atau padat.

Konduksi adalah transfer energy dari partikel yang memiliki energy lebih besar ke substansi dengan energy yang lebih rendah dan sebagai hasilnya terjadi interaksi antara partikel (Cengel, 2002).

panas secara konduksi.



perpindahan

Gambar.2.13 Skema Perpindahan Panas Secara Konduksi[5]

Rumus umum:

$$q = -k.A \frac{dT}{dX}$$

Keterangan:

Q = Laju perpindahan panas (W)

A = Luas penampang dimana panas mengalir (m²)

K = Konduktivitas termal bahan (W/mk)

dT/dX = Gradien suhu ke arah perpindahan panas. (literature 6, hal 60)

dX = Gradien panas positif(+)

dT = Gradien panas negative(-)

Konduktivitas termal bahan berbeda-beda tergantung jenis bahan tersebut. Jika konduktivitas semakin tinggi, maka benda tersebut dapat menghantarkan panas dengan baik, begitu juga sebaliknya. Pada kolektor surya pelat rata, bahan dengan konduktivitas termal yang baik digunakan sebagai pelat penyerap dan pipa sirkulasi, sedangkan bahan dengan konduktivitas yang buruk digunakan sebagai isolator untuk mengurangi kerugian panas yang terjadi.

2.3.2 Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas konveksi adalah perpindahan panas akibat adanya media perantara berupa fluida atau zat cair. Konveksi adalah bentuk dari transfer energy diantara permukaan padat dan fluida yang bergerak dan terkandung efek kombinasi konduksi dan fluida bergerak.

Rumus umum:

$$q = (h.A.T_w - T_\infty) \dots \dots \dots \text{literatur 6, hal 18} \dots \dots \dots 2.6$$

Keterangan:

q = Laju perpindahan konveksi (W)

h = Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m² K)

A = Luas penampang (m²)

T_w = Suhu dinding permukaan benda padat (C/K)

T_{∞} =Suhu fluida benda($^{\circ}$ C/K)

Literature 6, hal 12

Adapun konveksi dibagi menjadi dua bagian,yaitu:

1.Konveksi Paksa

Konveksi paksa adalah perpindahan panas pada fluida yang dialirkan secara paksa.Konveksi terdiri atas dua jenis yaitu *internal forced convection dan external forced convection*.

Dalaam kajian *internal forced convection* terdapat beberapa parameter yang berkaitan dengan laju aliran fluida yang perlu diperhatikan antara lain:

a. Bilangan Reynold

Bilangan Reynold adalah bilangan tanpa dimensi yang menunjukkan jenis aliran fluida.

$$Re = \frac{\rho V d_i}{\mu} \dots\dots\dots \text{literatur6,hal 280} \dots\dots\dots 2.7$$

Keterangan:

V = kecepatan rata-rata fluida (m/s)

d_i = diameter dalam tabung (m)

ρ = massa jenis (kg/m^3)

μ = viskositas dinamik(μ/ρ)

b. Bilangan Nuselt

Bilangan Nuselt adalah salah satu bilangan tanpa dimensi lainnya setelah bilangan Reynold

$$Nu = 3,66 + [\dots\dots\dots (-) \dots\dots\dots] \dots\dots\dots *(-) \dots\dots\dots + \dots\dots\dots \text{literatur6,hal 281} \dots\dots\dots 2.8$$

Bila alirannya turbulen maka:

$$Nu = 0,023 Re^{0,8} Pr^{1/3} \dots\dots\dots \text{literatur6,hal 281} \dots\dots\dots 2.9$$

Persamaan di atas berlaku apabila:

$(0,7 \leq Pr \leq 160)$ dan $(Re > 10.000)$

Bila alirannya aliran transisi maka digunakan persamaan yang diajukan oleh Gnielinski:

$$Nu = \frac{0,66 + 0,43 Re^{1/2} Pr^{1/4}}{1 + 12,7 (Pr^{1/4} - 0,66) Re^{-1/2}} \dots \dots \dots \text{literatur6,hal 282} \dots \dots \dots 2.10$$

Persamaan ini berlaku, apabila:

$(0,5 \leq Pr \leq 2000)$ dan $(3 \times 10^3 < Re < 5 \times 10^6)$

2.Konveksi Natural

Konveksi natural adalah perpindahan panas konveksi yang terjadi secara alami yang mengakibatkan terjadinya aliran fluida.

Bilangan-bilangan tanpa dimensi yang sering digunakan untuk menghitung konveksi alamiah adalah :

$$Gr_L = \frac{g \beta (T_s - T_r) L^3}{\nu^2} \dots \dots \dots \text{literatr6,hal 331} \dots \dots \dots 2.11$$

dan

$$Ra_L = Gr_L Pr \dots \dots \dots \text{literatur6,hal 331} \dots \dots \dots 2.12$$

Keterangan:

Ra_L = Rayleigh Number

g = gravitasi bumi(m/dt^2)

T_s = suhu permukaan(K)

T_r = suhu ruangan(C)

L = panjang(m)

ν = viskositas kinematik (μ/ρ)

α = diffusitas termal ($k/\rho.c_p$)

Pr = bilangan Prandtl

Persamaan mencari bilangan Nusselt untuk konveksi alamiah pada plat luar telah diturunkan secara analitik, dengan asumsi bawah aliran adalah laminar. Namun faktanya, aliran tidak selalu laminar melainkan turbulenta. Bilangan Nusselt pada plat vertikal dengan T_s konstan dapat dirumuskan sebagai berikut :

Jika bilangan $10^{-1} < Ra < 10^{12}$, maka bilangan Nusselt yang dipakai adalah :

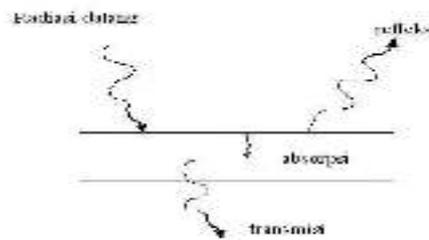
$$Nu = 0.68 \left[\frac{Ra}{\ln(Ra)} \right] \dots \dots \dots \text{litratur6, hal335} \dots \dots \dots 2.13$$

Jika bilangan $Ra < 10^9$, maka bilangan Nusselt yang dipakai adalah (Persamaan ini lebih akurat) [Incropera, 2011] :

$$Nu = 0.68 \left[\frac{Ra}{\ln(Ra)} \right] \dots \dots \dots \text{literatu6, hal335} \dots \dots \dots 2.14$$

2.3.3. Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas radiasi adalah perpindahan panas yang terjadi tanpa melalui media perantara (padat dan fluida). Energi yang ditransfer dengan radiasi adalah yang tercepat (secepat kecepatan cahaya) dan dapat terjadi diruangan vakum.



Gambar.2.14 Skema perpindahan Panas Radiasi[6]

Penukaran panas netto secara radiasi termal diantara dua benda ideal (hitam) adalah sebagai berikut:

$$q = \sigma \cdot A (T_1^4 - T_2^4) \dots \dots \dots \text{literatur6, hal 461} \dots \dots \dots 2.15$$

Dalam praktik pada kolektor surya, permukaan bukan pemancar atau pun penyerap yang sempurna dari radiasi termal. Permukaan "kelabu" semacam ini ditandai oleh fraksi-fraksi dari jumlah ideal yang dipancarkan dan diserap. Perpindahan panas radiasi antara pelat penyerap dengan kaca dirumuskan oleh (Jansen, T, 1995).

$$q = \frac{\sigma \epsilon A (T_1^4 - T_2^4)}{1} \dots \dots \dots \text{literatur6,hal 461} \dots \dots \dots 2.16$$

Keterangan:

q = Laju perpindahan panas radiasi (W).

ϵ = Emisivitas bahan.

A = Luas permukaan(m^2)

σ = Konstanta Stefan-Boltzmann($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}$)

T_1 = Temperatur permukaan bidang satu(K)

T_2 =Tempertur permukaan bidang dua (K)

2.4. Klasifikasi Kolektor Surya

Berdasarkan dimensi ,geometrid an penyerapannya dibedakan menjadi :

1. Kolektor surya plat datar (Flat-plat collectors)

Kolektor surya plat datar merupakan sebuah media yang digunakan untuk memanaskan fluida yang mengalir dengan mengkonversikan energy radiasi matahari menjadi panas.

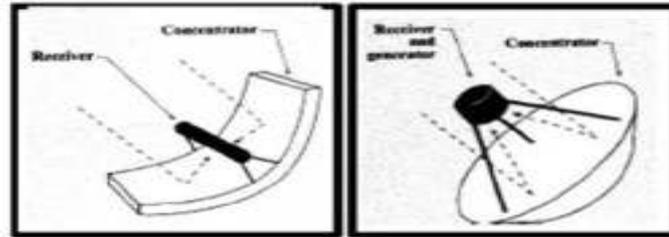


Gambar.2.15 Kolektor surya plat datar

2. Concentrating collectors

Kolektor surya jenis ini diaplikasikan pada temperatur 100° – 400°C . dan mampu memfokuskan energy radiasi cahaya matahari pada satu receiver

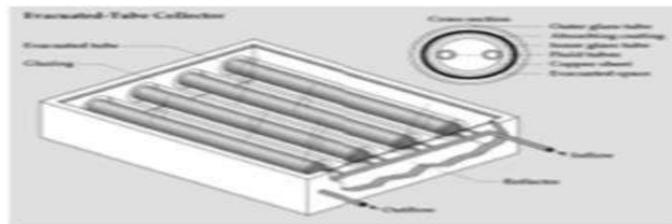
sehingga dapat meningkatkan kuantitas energy panas yang diserap oleh absorber



Gambar.2.16. Concentrating collectors

3. Evacuated receiver

Kolektor surya jenis ini dirancang untuk menghasilkan energy panas yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kolektor plat datar maupun kolektor

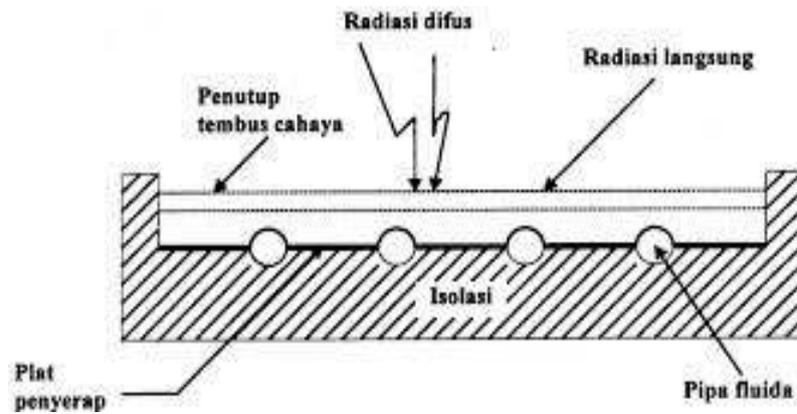


konsentrik.

Gambar.2.17 Kolektor surya evacuated receiver

2.5 Kolektor Plat Datar

Kolektor surya plat datar adalah sebuah kolektor surya yang berbentuk memanjang yang dilapisi dengan kaca hitam transparan dengan kemiringan tertentu untuk menangkap energy radiasi matahari. Proses penggunaannya dengan mudah dan sederhana dibanding dengan kolektor surya prismatic. Komponen-komponen kolektor surya plat datar terdiri dari permukaan” hitam “sebagai penyerap energy radiasi matahari yang telah dipindahkan ke fluida. Penutup tembus kaca cahaya matahari berfungsi mengurangi efek radiasi dan konveksi yang hilang ke atmosfer.



Gambar.2.18 Skema kolektor surya plat datar

Keuntungan utama dari sebuah plat datar adalah memanfaatkan kedua komponen radiasi matahari melalui sorotan langsung dan sebaran tidak memerlukan tracking dan juga karena desainnya yang sederhana, hanya sedikit memerlukan perawatan dan biaya yang murah.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1.Lokasi dan Waktu

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen dengan merancang peralatan dan melakukan pengujian dan pengambilan data data terhadap kolektor surya.Adapun lokasi dan waktu:

Lokasi:Diatas gedung genset Universitas HKBP Nommensen Medan.

Waktu:Jumat,15 Oktober 2021-Sabtu,16 Oktober 2021

3.2. Perancangan Kolektor Surya

Desain merupakan kegiatan awal dari usaha merealisasikan produk yang dibutuhkan masyarakat.Kolektor yang dipilih dalam perancangan ini adalah kolektor plat datar.Desain kolektor yang akan dibahas meliputi body kolektor,plat absorber,penutup transparan(kaca) dan isolasi pada kolektor.

3.3. Perancangan plat Absorber

Plat absorber berfungsi untuk menyerap radiasi energy surya dan mengkonversikannya enjadi panas.Kemudian energy matahari yang diserap dan dialirkan ke pipa nantinya akan semakin besar.Kemudian energy dialirkan melalui fluida kerja yaitu air yang terdapat di dalam pipa secara konveksi.Kemudian air yang berada dalam pipa mengalirkan energy ke air yang berada pada tanki air.

Bahan-bahan yang biasa dipakai untuk plat absorber yaitu:aluminium,tembaga,kuningan dan baja.Sesuai dengan pertimbangan diatas dalam perancangan ini digunakan plat aluminium dan permukaannya dilakukan pelapisan dengan cat hitam kusam(dof),agar jangaan terjadi korosi dan diharapkan akan memiliki nili absorbsivitas minimum.

3.3.1 Perancangan Penutup Transparan

Penutup transparan ini berfungsi untuk meneruskan radiasi surya dan mencegah panas yang keluar dari kolektor ke lingkungan padaa bagian atas.

Berdasarkan fungsi ini maka penutup transparan harus mempunyai sifat:

- Transmisivitas tinggi
- Absorsivitas rendah
- Refleksivitas rendah
- Tahan panas
- Ada dipasaran dan kuat

3.3.2. Perancangan Isolasi

Isolasi berfungsi untuk memperkecil panas yang hilang dari kolektor ke lingkungan pada bagian belakang dan samping kolektor. Pada isolasi terjadi perpindahan panas secara konduksi sehingga kehilangan panas dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan. Isolasi yang digunakan adalah:

- Konduktifitas termal bahan
- Mudah dibentuk dan praktis
- Harga murah dan ada pada pasaran

3.4. Mesin, Alat dan Bahan

3.4.1. Mesin

Adapun beberapa mesin yang digunakan dalam penelitian atau perancangan ini adalah:

1. Gerinda tangan



Gambar.3.1. Gerinda Tangan

Gerinda berfungsi untuk menggerinda benda kerja, seperti memotong, mengasah, merapihkan bentuk benda kerja, dan lain-lain. Mesin gerinda

dipadukan dengan batu gerinda. Dimana batu gerinda akan diputar dengan kecepatan 1100-1500rpm.

2. Mesin las listrik



Gambar.3.2 Mesin Las Listrik

Alat ini digunakan untuk menyambungkan besi ,emjadi satu rangkaian utuh sehingga dapat membentuk sebuah bentuk yang diinginkan.Prinsip kerja mesin kas adalah dengan cara membakar besi atau menyambung dua bagian dengan

3.4.2. Alat

1. Rivet gun



Gambar.3.3 Rivet Gun

Alat ini digunakan untuk menempelkan paku keling dengan menekan bagian ekor paku hingga melebar dan putus. Sehingga kepala paku akan terkunci dan menempelkan 2 benda yang ingin disambung.

2. Panel surya (fotovoltaic)



Gambar.3.4 Panel Surya

Alat ini terdiri dari sel surya yang mengubah energi matahari dalam bentuk cahaya menjadi energi listrik. Energi yang dihasilkan digunakan untuk menghidupkan kipas pada ruang pengering. Spesifikasi dari fotovoltaic adalah sebagai berikut:

Daya Maksimum : 50 WP

Voltase Maksimum : 24 V

Arus : 5,56 A

Ukuran : 1196mmx541mmx30mm.

3. Kipas motor DC



Gambar.3.5 Kipas Motor DC

Kipas ini mendapatkan sumber listriknya dari Photovoltaic.

Digunakan untuk menarik udara dari dalam kolektor surya dan meneruskannya kedalam kotak pengering, dan mendistribusikan udara didalam kotak pengering supaya terjadi panas yang homogeny atau merata.

Spesifikasi dari exhaust fan adalah sebagai berikut:

Daya maksimum: 2,54 W

Tebal : 10 cm

4. Laptop



Gambar.3.6 Laptop

Digunakan untuk menyimpan dan mengolah data yang telah didapat dari pencatatan arduino.

Spesifikasi:

a. Acer core i3.

b. 2GB RAM.

c. OS: Microsoft Windows 7.

5. Termokopel



Gambar.3.7. Termokopel.

Alat ini digunakan sebagai alat ukur untuk temperature dan massa,termokopel ini memiliki 5 kabel.

Kabel 1 untuk mengukur panas pada kaca.

Kabel 2 untuk mengukur panas pada plat absorber.

Kabel 3 untuk mengukur panas pada lubang masuk udara pada kolektor surya.

Kabel 4 untuk mengukur panas pada kotak pengering.

Kabel 5 untuk mengukur panas pada rak.

3.4.3.Bahan

Adapun bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

1.Kaca



Gambar.3.8 Kaca

Bahan ini dignakan sebagaai jalur masuknya radiasi matahari.Terdiri atas dua layar.

2.Aluminium bersirip



Gambar.3.9 Aluminium Bersirip

Bahan ini digunakan sebagai absorber. Plat ini memiliki konduktivitas yang bagus dan dicat hitam agar radiasi yang masuk ke kolektor diserap secara maksimal.

3. Styrofoam



Gambar.3.10 Styrofoam

Bahan ini digunakan sebagai isolator kolektor lapisan pertama.

4. Rockwool



Gambar.3.11 Rockwool

Bahan ini digunakan sebagai isolator kolektor lapisan kedua. Bahan ini dilapisi pada kolektor, setelah pemasangan Styrofoam.

5. Aluminium Profil C



Gambar.3.12 Aluminium Profil C

Bahan ini digunakan sebagai kerangka atau dinding kolektor.

6. Aluminium komposit panel



Gambar.3.13 Aluminium Komposit C.

Bahan ini digunakan sebagai body bagian bawah kolektor. Material ini digunakan sebagai pengganti triplek, agar lebih kokoh dan awet.

7. Asam Gelugur.



Gambar.3.14. Asam Gelugur

Asam gelugur ini adalah bahan yang digunakan untuk diteliti dalam eksperimen ini.

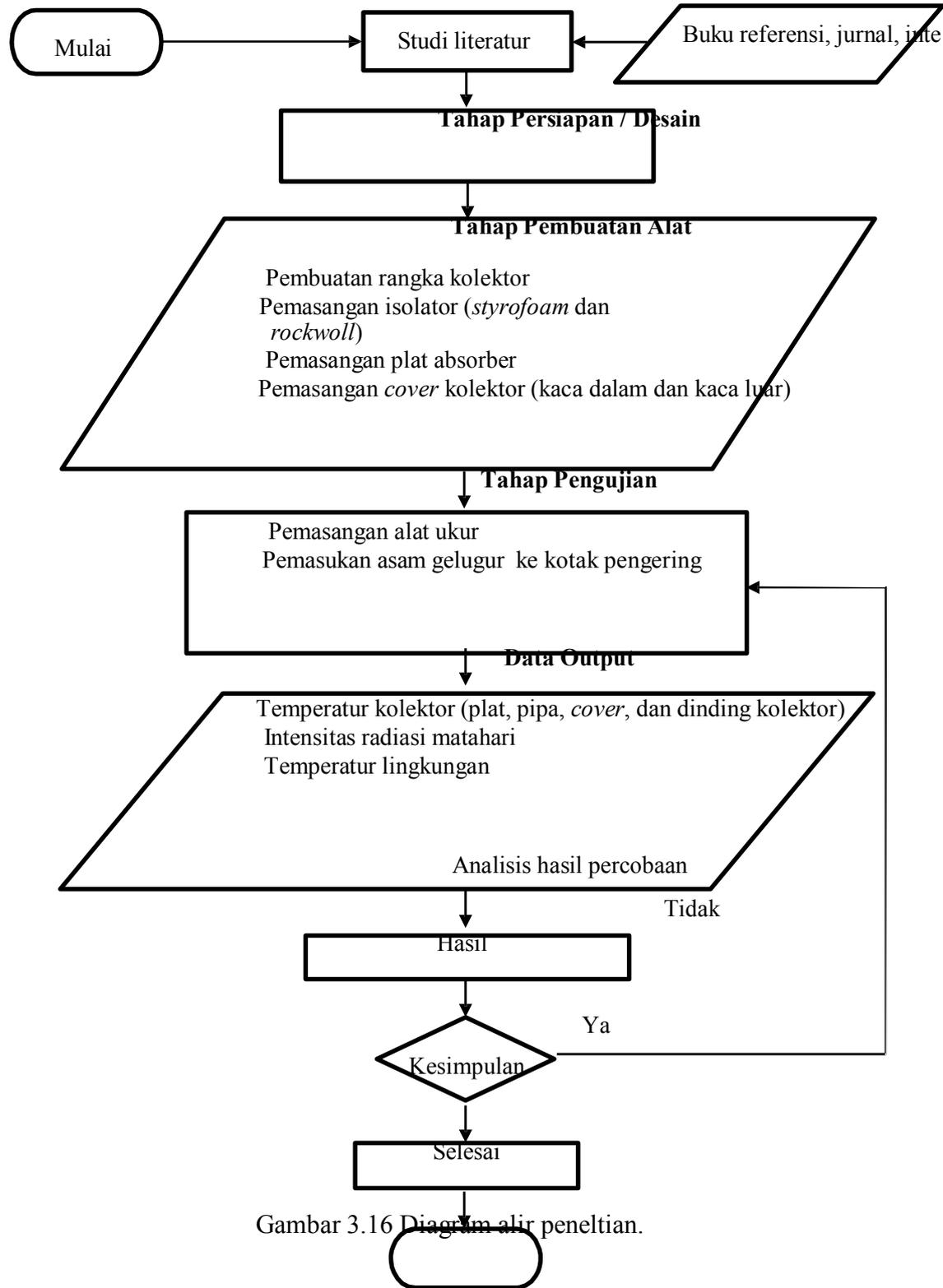
3.5. Prosedur Perancangan

Prosedur perancangan dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan desain kolektor yang akan dirancang.
2. Melakukan desain rangka kolektor dan sistem dengan menggunakan AutoCAD 2010.
3. Merancang alat yang telah didesain terlebih dahulu
4. Melakukan analisis perancangan baik berupa analisis kehilangan energi, analisis energy yang diterima dan efisiensi dari kolektor.

3.6 Diagram Alir Perancangan

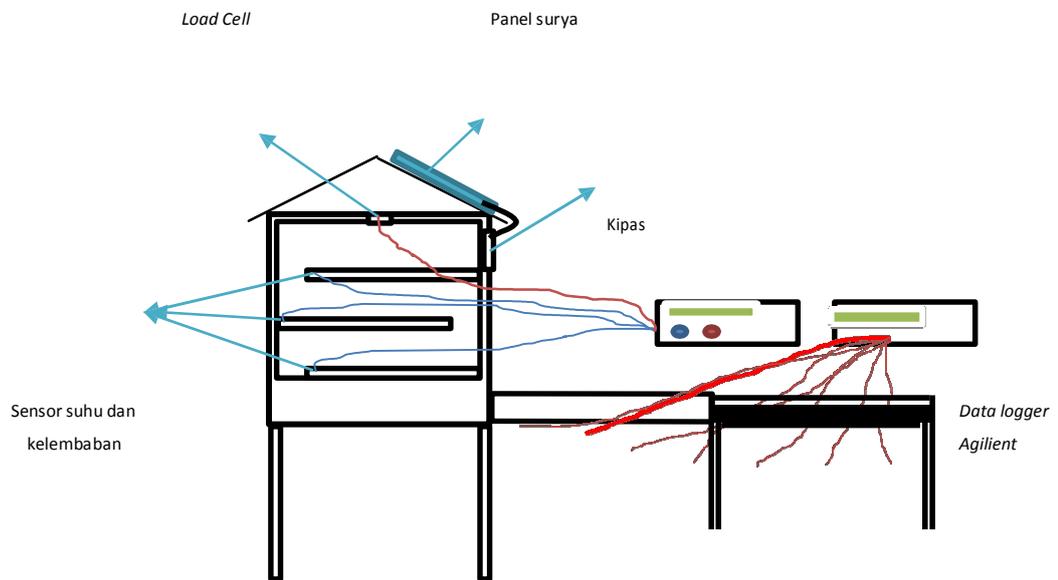
Berikut tahapan dalam perancangan kolektor plat datar bersirip.



Gambar 3.16 Diagram alir penelitian.

3.7. Set-Up Experimental

Berikut skema set-up eksperimental dari penelitian yang digunakan.



Gambar 3.17 Set-Up Experimental Pukul 8:00-17:00